

ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 66.074:661

Лаврова І.О., Колеснікова А.В., Аммар В. Саїд

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОЦЕСУ КАВІТАЦІЇ НА ЯКІСТЬ НАФТОВИХ ДИСТИЛЯТІВ

Вступ. У теперішній час паливно-енергетичний комплекс багатьох держав переживає не кращі часи через проблеми, пов'язані із забезпеченістю сировиною для виробництва палив та енергії. Серед чинників, що ускладнюють цю проблему слід назвати безперервне збільшення у загальному балансі відсотку нафт з високим вмістом сірчанних сполук, а також нафт з відносно невисоким вмістом "світлих" фракцій; розвиток каталітичних процесів із застосуванням активних і селективних каталізаторів, що вимагають попереднього глибокого гідроочищення та підготовки сировини; необхідність подальшого поглиблення ступеню переробки нафти [1].

Очищення нафт та нафтових дистилятів перед їх поглибленою переробкою зараз проводиться за допомогою гідрогенізаційних процесів (гідроочищення паливних фракцій та важких дистилятів з метою видалення сірковміщуючих та інших гетеро сполук). Проте, цей досить ефективний метод доцільно використовувати в умовах великотоннажного виробництва на потужних промислових підприємствах. Для умов міні-заводів та підприємств, орієнтованих на переробку високо сірчаної сировини з високим вмістом "темних" фракцій, безперервно ведуться пошуки альтернативних методів переробки. У зв'язку з цим, на протязі останніх років багато уваги стали приділяти технології кавітаційної обробки нафтових дистилятів. **Цей процес ще не повністю вивчений науковцями, але проведена велика робота по виявленню залежностей, причин виникнення кавітації, її впливу на рідини та апаратуру. Разом з тим, існують певні позитивні результати впровадження цього процесу в промислову практику [2].**

Мета досліджень. Мета досліджень полягає в виявленні впливу кавітаційної обробки на фракційний та та груповий хімічний склад нафт та нафтових дистилятів.

Експериментальні дослідження проводились на лабораторній кавітаційній установці. Об'єм одного завантаження нафтопродукту складав 10л. Для інтенсифікації процесів ударного гідро крекінгу та у якості донора протонів до нафтопродукту додавалась вода у кількості від 1 до 5л. Після проведення низки дослідів було показано, що оптимальне співвідношення нафта : вода становить 3:1.

Середні результати дослідів по розгонках вихідних та прокавітованих нафтопродуктів (згідно [3]) наведені у таблиці 1. Графічно аналіз даних табл.1 наведено у рис. 1–3.

Таблиця 1 – результати розгонки вихідної та прокавітованої сировини

Нафта прилуцька		Експериментальна суміш 1 (75% нафти та 25% альтернативного пального)		Експериментальна суміш 2 (50% нафти та 50% альтернативного пального)	
до кавітації	після кавітації	до кавітації	після кавітації	до кавітації	після кавітації
Густина нафтопродукту, кг/м ³					
$\rho_4^{20}=841$	$\rho_4^{20}=840$	$\rho_4^{20}=833$	$\rho_4^{20}=832$	$\rho_4^{20}=824,5$	$\rho_4^{20}=824$
Фракційний склад за даними лабораторної розгонки					
п.к. – 68 ⁰ С	п.к. – 75 ⁰ С	п.к. – 62 ⁰ С	п.к. – 66 ⁰ С	п.к. – 71 ⁰ С	п.к. – 75 ⁰ С
10% – 120 ⁰ С	10% – 125 ⁰ С	10% – 128 ⁰ С	10% – 121 ⁰ С	10% – 125 ⁰ С	10% – 127 ⁰ С
20% – 150 ⁰ С	20% – 159 ⁰ С	20% – 152 ⁰ С	20% – 149 ⁰ С	20% – 153 ⁰ С	20% – 152 ⁰ С
30% – 191 ⁰ С	30% – 193 ⁰ С	30% – 191 ⁰ С	30% – 184 ⁰ С	30% – 174 ⁰ С	30% – 176 ⁰ С
40% – 246 ⁰ С	40% – 237 ⁰ С	40% – 231 ⁰ С	40% – 224 ⁰ С	40% – 206 ⁰ С	40% – 209 ⁰ С
50% – 281 ⁰ С	50% – 276 ⁰ С	50% – 263 ⁰ С	50% – 257 ⁰ С	50% – 245 ⁰ С	50% – 247 ⁰ С
60% – 322 ⁰ С	60% – 303 ⁰ С	60% – 295 ⁰ С	60% – 293 ⁰ С	60% – 275 ⁰ С	60% – 273 ⁰ С
70% – 384 ⁰ С	70% – 328 ⁰ С	70% – 330 ⁰ С	70% – 324 ⁰ С	70% – 306 ⁰ С	70% – 303 ⁰ С
–	80% – 340 ⁰ С	78%–345 ⁰ С – к.к.	80% – 338 ⁰ С	80% – 331 ⁰ С	80% – 312 ⁰ С
–	–	–	85% – 345 ⁰ С к.к.	84% – 342 ⁰ С к.к.	90% – 340 ⁰ С
–	–	–	–	–	91%–341 ⁰ С к.к.
Вихід,%					
73	83	81	87,5	87	93,5
Залишок,%					
26,5	16,5	18,5	12	–	–
Втрати,%					
0,5	0,5	–	–	–	–

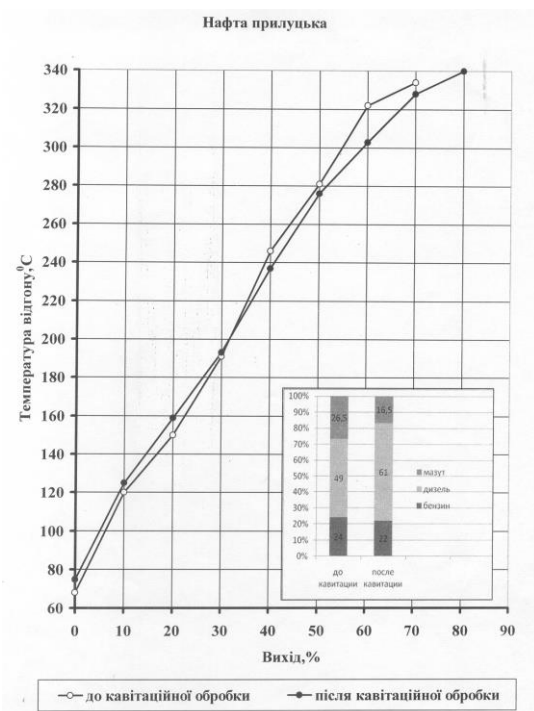


Рисунок 1 – Вихід фракцій до та після кавітації нафти прилуцької

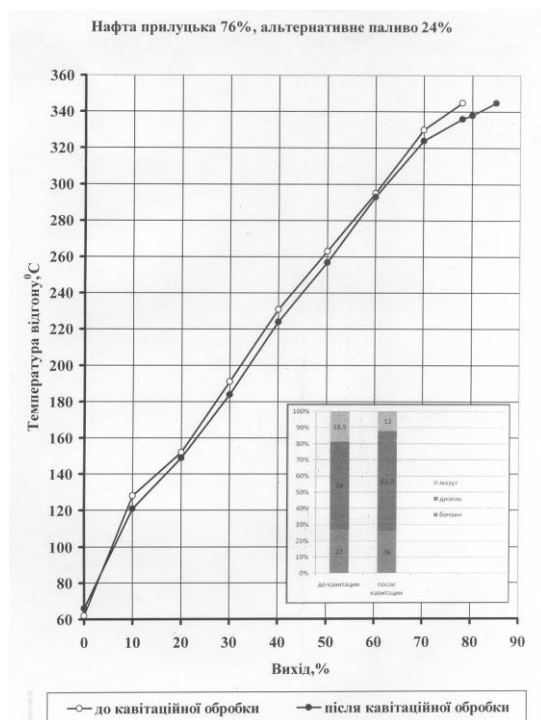


Рисунок 2 – Вихід фракцій до та після кавітації нафтової суміші (75%+25%)

З результатів серії дослідів видно, що процес кавітації позитивно впливає на збільшення виходу світлих фракцій, особливо дизельної, за рахунок ударного гідрокрекінгу важких вуглеводнів, що входять до складу мазуту. В результаті вихід мазуту зменшується майже вдвічі. Цікаво, що мав місце ефект так званого “поважчення” вуглеводнів бензинової фракції, коли певний відсоток (близько 1,5–2 %) вуглеводнів бензинів переходить у дизельну фракцію. Це останнє доводить положення про те, що неспроможено пов-

ністю ототожнювати механізми крекінг-процесів і кавітаційної обробки вуглеводневої сировини. Гідрокрекінг, скоріш за все, є тільки однією із стадій досліджуваного процесу [4].

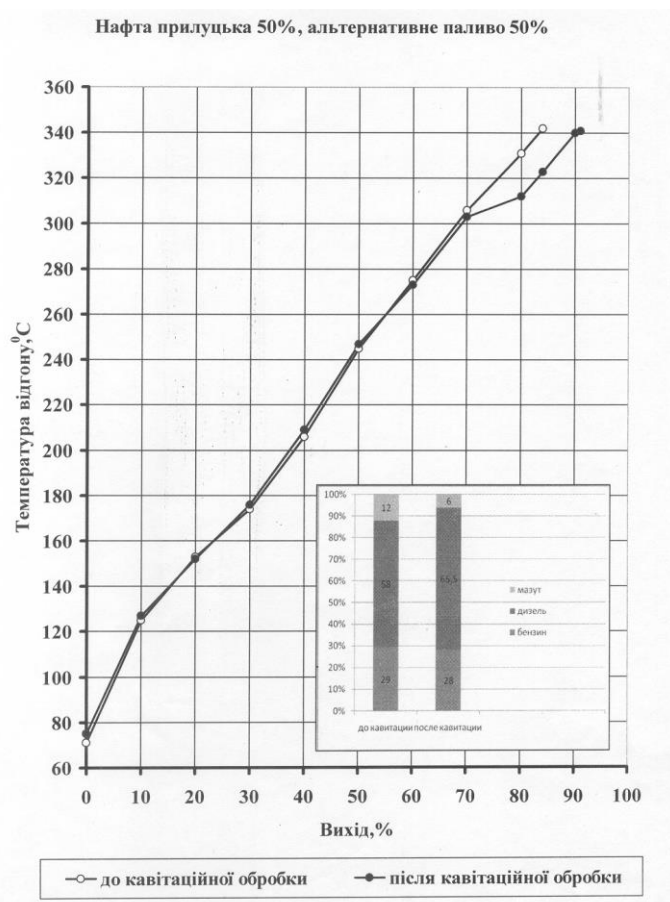


Рисунок 3 – Вихід фракцій до та після кавітації нафтової суміші (50 % + 50 %)

Високодисперсні частки води (1–3 мкм), що були в вихідній сировині у великій кількості, і значно ускладнювали розгонку контрольних зразків, після обробки не виявлялись – вода відділялась від нафтопродукту відстоюванням і не ускладнювала розгонку. Це можна пояснити “розриванням” водяних бульбашок при кавітаційній обробці, при чому моментально “подрібнюються” краплини вуглеводнів, питома поверхня обробки значно зростає, що є причиною значного поглиблення процесів деструкції і синтезу, до того ж дисоційована молекула води є джерелом водню, необхідного для процесу.

Одночасно з цим процесом, у серіях дослідів із чистими нафтами спостерігалось знесення нафти. Так, концентрація хлорид – іонів у нафтопродуктах знижувалась у 40–50 разів.

Дослідження дизельного пального. В цій серії об’єктами дослідів стали зразки дизельного пального з харківських заправок. Кавітаційна обробка велась з метою зниження вмісту загальної сірки у досліджуваних зразках.

При кавітації дизельного пального з метою зниження вмісту загальної сірки в суміш дизельного пального з водою додавали активні глини у якості адсорбенту

Після обробки суміш вивантажувалась з пристрою і відстоювалась від води і адсорбенту. Єдине протипоказання для використання такого роду адсорбентів – високий вміст парафінів у вихідному пальному, так як вони викликають набухання адсорбенту і ускладнюють його подальше видалення.

За даними табл. 2 видно, що за основними показниками дизельне пальне с заправки не відповідає вимогам стандарту, а кавітаційна обробка дозволяє значно покращити якість пального.

Висновки. Отримані результати дозволяють зробити висновки про перспективність і доцільність використання кавітаційної обробки нафти і нафтових дистилатів з метою збільшення виходу світлих фракцій, зниження сірчаності нафти та вмісту в них мінеральних солей.

Таблиця 2 – Результати кавітаційної обробки дизельних палив(згідно [5])

Дизельне пальне№1		Дизельне пальне№2		Дизельне пальне№3	
До кавітації	Після кавітації	До кавітації	Після кавітації	До кавітації	Після кавітації
Густина, кг/м ³					
P ₄ ²⁰ =823	P ₄ ²⁰ =826	P ₄ ²⁰ =822	P ₄ ²⁰ =824	P ₄ ²⁰ =833	P ₄ ²⁰ =834
Температура спалаху, °C					
50	70	53	70	38	59
Вміст загальної сірки, %					
0,10	0,034	0,10	0,035	0,157	0,081
Фракційний склад за даними лабораторної розгонки					
п.к. – 156 ⁰ C	п.к. – 165 ⁰ C	п.к. – 156 ⁰ C	п.к. – 176 ⁰ C	п.к. – 112 ⁰ C	п.к. – 150 ⁰ C
10% – 198 ⁰ C	10% – 194 ⁰ C	10% – 194 ⁰ C	10% – 195 ⁰ C	10% – 191 ⁰ C	10% – 192 ⁰ C
20% – 208 ⁰ C	20% – 204 ⁰ C	20% – 205 ⁰ C	20% – 209 ⁰ C	20% – 221 ⁰ C	20% – 222 ⁰ C
30% – 217 ⁰ C	30% – 214 ⁰ C	30% – 218 ⁰ C	30% – 219 ⁰ C	30% – 238 ⁰ C	30% – 242 ⁰ C
40% – 231 ⁰ C	40% – 224 ⁰ C	40% – 230 ⁰ C	40% – 229 ⁰ C	40% – 256 ⁰ C	40% – 257 ⁰ C
50% – 242 ⁰ C	50% – 240 ⁰ C	50% – 242 ⁰ C	50% – 244 ⁰ C	50% – 271 ⁰ C	50% – 272 ⁰ C
60% – 262 ⁰ C	60% – 255 ⁰ C	60% – 257 ⁰ C	60% – 260 ⁰ C	60% – 289 ⁰ C	60% – 288 ⁰ C
70% – 280 ⁰ C	70% – 273 ⁰ C	70% – 278 ⁰ C	70% – 279 ⁰ C	70% – 305 ⁰ C	70% – 305 ⁰ C
80% – 308 ⁰ C	80% – 293 ⁰ C	80% – 300 ⁰ C	80% – 301 ⁰ C	80% – 325 ⁰ C	80% – 324 ⁰ C
90% – 344 ⁰ C	90% – 321 ⁰ C	90% – 333 ⁰ C	90% – 334 ⁰ C	90% – 356 ⁰ C	90% – 353 ⁰ C
93% – 360 ⁰ C – к.к	96% – 347 ⁰ C – к.к.	93% – 361 ⁰ C – к.к	96% – 365 ⁰ C – к.к.	95% – 367 ⁰ C – к.к	96% – 367 ⁰ C – к.к.
Вихід, %					
94	97	94	98	96	97
Залишок, %					
4,1	2,7	4,1	2,3	3,7	2,7
Витрати, %					
1,9	0,3	1,9	0,2	0,3	0,1

Література

1. Аспель Н.Б. Демкина Г.Г. Гидроочистка моторных топлив. Л: «Химия», 1977 – 160 с.
2. И. Пирсол. Кавитация / пер. с англ.под ред. Л.А. Эпштейна, М: «Мир», 1975 – 95 с.
3. ГОСТ 9965 – 76. Нефть для нефтеперерабатывающих предприятий. Межгосударственный стандарт. 01.01.77.
4. Лаврова І.О., Колеснікова А.В., Щербак А.А. Дослідження кавітаційної обробки нафт та нафтових сумішей //Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я . Матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 2009.
5. ГОСТ 305 – 82. Топливо дизельное. Межгосударственный стандарт, 01.01.83.

УДК 66.074:661

Лаврова І.О., Колеснікова А.В., Аммар В. Саид

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА КАВИТАЦИИ НА КАЧЕСТВО НЕФТЯНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

В статье рассмотрены вопросы, связанные с исследованием влияния кавитационной обработки на качественные показатели нефтепродуктов. Экспериментальные данные подтвердили, что кавитационная обработка позволяет увеличить выход светлых фракций из нефтей, снизить содержание в нефтепродуктах общей серы и минеральных солей.

Lavrova I.O., Kolesnikova A.V., Ammar V. Said

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CAVITATIONS ON QUALITATIVE IN OIL DISTILLATES

The article deals with issues related to the investigation of the influence of Ka-gravitational treatment on quality indicators of petroleum products. The experimental data have confirmed that cavitation treatment makes it possible to increase the yield of light fractions of petroleum, to reduce the content of oil products of total sulfur and mineral salts.